

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE SALVIA SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR ALUMÍNIO

Lavine Silva Matos⁽¹⁾

Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: lavinematos@yahoo.com.br

Gilvanda Leão dos Anjos⁽²⁾

Graduanda em Eng. Agrônoma da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: gilvandas218s2@hotmail.com

Rogério Maurício Oliveira⁽³⁾

Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: rogeriobur@hotmail.com

Elves de Almeida Souza⁽⁴⁾

Doutorando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: elvis_eas@hotmail.com

Anacleto Ranulfo dos Santos⁽⁵⁾

Professor Dr. do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

E-mail: anacleto@ufrb.edu.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar o crescimento e rendimento de fitomassa da sálvia submetida a concentrações de alumínio em solução nutritiva. O estudo foi realizado em casa de vegetação no Campus da UFRB, no município de Cruz das Almas-BA. As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico e os tratamentos foram constituídos de cinco doses de alumínio (0; 27; 54; 81 e 108 mg L⁻¹ de Al⁺³). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Aos 40 dias as plantas foram avaliadas e os resultados evidenciaram que os parâmetros número de folhas, área foliar, área foliar específica e razão de área foliar foram afetadas pelas doses de alumínio utilizadas.

PALAVRAS-CHAVE: alumínio, *Salvia officinalis* L., plantas medicinais.

INTRODUÇÃO

Conhecida popularmente como salva, salva-das-boticas, salvados-jardins a sálvia (*Salvia officinalis* L.), é uma espécie da família Lamiaceae, originária da região meridional da Europa. O uso das folhas e inflorescências da sálvia com intuito medicinal vem desde a Idade Média, para curar inflamações na boca e garganta, gengivites, micoses, aliviar reações alérgicas advindas de picadas de insetos, auxiliar na digestão, insônia e descongestionar as vias respiratórias (SILVA, 2013).

Entre os principais fatores físicos do ambiente que afetam o crescimento e desenvolvimento vegetal destacam-se a disponibilidade da radiação luminosa, água, temperatura, e nutrientes. A toxicidade do alumínio é um das principais causas que limitam o desenvolvimento dos cultivos agrícolas em solos ácidos, dessa forma a investigação de mecanismos de tolerância, como as bases genéticas deste elemento, vem recebendo merecida atenção pela pesquisa científica. Inclusive, o alumínio pode dificultar a absorção de água e dos nutrientes em função do encurtamento do sistema radicular total (GIANNAKOULA et al., 2008).

Em geral, as plantas medicinais têm ciclo curto, crescimento rápido e são colhidas em grandes quantidades, necessitando, portanto, de suplementação dos nutrientes; o seu fornecimento em dose adequada favorece o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes. O sintoma primário e mais evidente da toxicidade do alumínio em vegetais é a inibição do alongamento radicular. Plantas intoxicadas pelo Al apresentam menores teores de quase todos os macro e micronutrientes, em maior ou menor intensidade, dependendo do elemento e das espécies estudadas (FURLANI, 2004).

OBJETIVO

Avaliar o efeito de diferentes concentrações de alumínio (Al^{3+}), em solução nutritiva, no crescimento e rendimento de massa seca das plantas de sálvia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, em Cruz das Almas, no período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015. As sementes de manjerição foram germinadas em recipiente contendo 1 dm³ de areia lavada, onde ficaram até o final do experimento.

Após a emergência, foi realizado o desbaste para que permanecesse uma planta por recipiente e, aos 10 (dez) dias após a emergência (DAE), as plântulas foram irrigadas diariamente passando a receber a solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) com força iônica total. Aos 20 DAE, iniciou-se os tratamentos em que as plantas receberam solução nutritiva completa modificada em função dos tratamentos: T1 = 0; T2 = 27; T3 = 54; T4 = 81 e T5 = 108 mg $Al^{3+} L^{-1}$. A fonte de alumínio utilizada foi o Cloreto de Alumínio ($AlCl_3$) e no preparo da solução nutritiva, a concentração de fósforo (P) foi reduzida em 10 (dez) vezes, evitando, dessa forma, que houvesse a complexação do alumínio (Tabela 1).

Tabela 1: Volumes (ml) retirados das respectivas soluções estoque para formar 1L de solução nutritiva modificada, de acordo com os respectivos tratamentos com as concentrações de alumínio.

Solução Estoque (Mol L ⁻¹)	Concentração de alumínio (mg L ⁻¹)				
	0	27	54	81	108
KH ₂ PO ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
KNO ₃	5	5	5	5	5
Ca (NO ₃) ₂	5	5	5	5	5
MgSO ₄	2	2	2	2	2
KCl	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
AlCl ₃	0	1	2	3	4
Micronutrientes*	1	1	1	1	1
Ferro-EDTA**	1	1	1	1	1

*Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1g de EDTA dissódico em 286 mL de NaOH 1N + 24,9g de FeSO₄.7H₂O e aerado por uma noite. **Solução de micronutrientes (g/L): H₃BO₃ = 2,86; MnCl₂ 4H₂O = 1,81; ZnCl₂ = 0,10; CuCl₂ = 0,04; H₂MoO₄ H₂O = 0,02.

A tabela 2 apresenta os valores de pH, condutividade elétrica e pressão osmótica da solução nutritiva modificada utilizada durante o estudo.

Tabela 2: Valores de pH, condutividade elétrica e pressão osmótica das soluções nutritivas.

Variável	Concentração de alumínio mg L ⁻¹				
	0	27	54	81	108
pH	5,10	3,59	3,63	3,51	3,63
CE	2,30	2,49	2,54	2,77	3,00
PO	0,76	0,81	0,84	0,91	1,05

pH- Potencial hidrogeniônico; **PO**- Pressão osmótica (atm); **CE**- Condutividade elétrica em miliSiemens por centímetro (mS cm⁻¹).

As plantas de sálvia foram cultivadas por 40 dias e avaliaram-se os seguintes parâmetros: volume de raiz (VR), número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro da haste (DH). O n^o de folhas foi determinado através de contagem direta. Para determinar a altura da planta foi utilizada uma régua graduada. O volume

de raiz foi aferido com a imersão do sistema radicular em um béquer com volume de água conhecido. O diâmetro da haste foi determinado com auxílio de paquímetro digital. Após a secagem do material vegetal em estufa de circulação de ar forçada (65°C) por 72h, foram obtidos os valores de: matéria seca total, da parte aérea, folhas, hastes e raízes (MST, MSPA, MSF, MSH, MSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA). Tais valores foram encontrados utilizando-se balança de precisão com 03 (três) casas.

A área foliar (AF) determinou-se pelo método dos discos, que relaciona a área do disco (conhecida) à matéria seca total da folhas e à matéria seca dos discos. A área foliar específica (AFE) relaciona a superfície (área foliar) com a matéria seca das folhas. A razão da área foliar (RAF) representa a relação entre a área foliar e o peso seco total da planta, e a razão do peso foliar (RPF) é a razão entre a matéria seca das folhas e a matéria seca total da plantas. O parâmetro relação raiz/parte aérea é calculado dividindo-se a massa da matéria seca das raízes pela da parte aérea, e a relação parte aérea/diâmetro é encontrada pela razão entre a altura da planta e o diâmetro do caule (PEIXOTO et al., 2011).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, e os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2001). A partir do nível de significância foi aplicado o teste de regressão a 5% de probabilidade para identificar o efeito das doses de alumínio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo devido às doses de alumínio ($p < 0,05$) pelo teste F da análise de variância para os parâmetros área foliar, número de folhas, razão de área foliar e área foliar específica das plantas de sálvia (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo da análise de variância (quadrado médio) para os parâmetros: número de folhas (NF), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) das plantas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) cultivadas sob concentrações de alumínio.

Fontes de Variação	NF	AF	AFE	RAF	AP	DC
TRAT	91.825000*	5.963283*	0.191172*	0.019998*	1.043750 ^{ns}	0.003250 ^{ns}
Resíduo	23.816667	1.209876	0.034430	0.003528	10.075000	0.011500
CV (%)	25.89	16.47	16.46	16.59	18.24	18.98
Media geral	18.85000	6.677350	1.127600	0.358050	17.40000	0.56500

TRAT – dose de alumínio; ^{ns} – não significativo; * – significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Não apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) devido aos tratamentos os parâmetros altura da planta, diâmetro do caule, massa seca das raízes, hastes, folhas, parte aérea e total, relação raiz/parte aérea e razão de peso foliar das plantas de sálvia (Tabela 2 e 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância (quadrado médio) para os parâmetros: seca das raízes, hastes, folhas, parte aérea e total (MSR, MSH, MSF, MSPA e MST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e razão de peso foliar (RPF) das plantas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) cultivadas sob concentrações de alumínio.

Fontes de Variação	MSR	MSH	MSF	MSPA	MST	R/PA	RPF
TRAT	0.089968 ^{ns}	0.080400 ^{ns}	0.015775 ^{ns}	0.098400 ^{ns}	0.349618 ^{ns}	0.000213 ^{ns}	0.000112 ^{ns}
Resíduo	0.081123	0.036158	0.024073	0.081878	0.220015	0.000622	0.000041
CV (%)	4.04	3.34	2.62	2.46	2.51	4.10	2.03
Media geral	7.05800	5.69750	5.93000	11.62750	18.68550	0.60750	0.317450

TRAT – dose de alumínio; ^{ns} – não significativo; * – significativo ao nível de 5% pelo teste F.

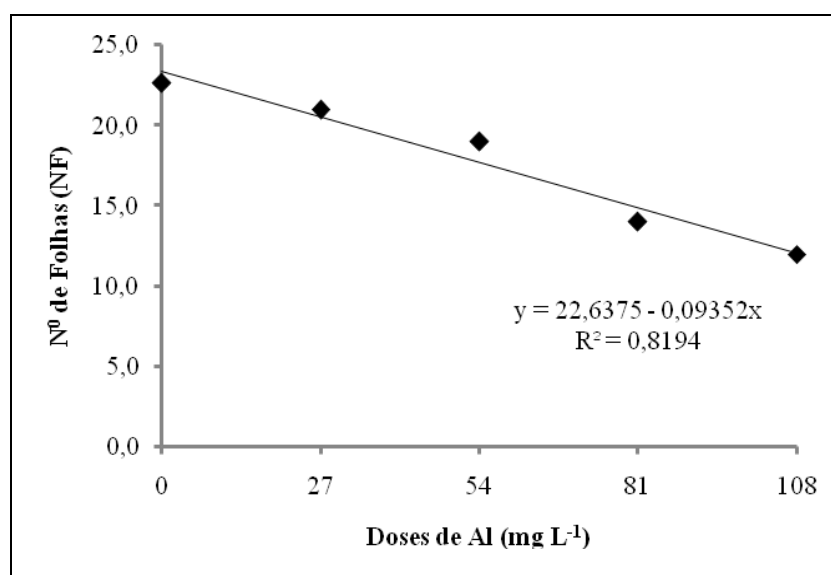
O alumínio compõe mais de 7% da crosta terrestre e é o terceiro elemento mais abundante depois do oxigênio e silício. Raízes de plantas estão quase sempre expostas ao alumínio em alguma forma. O Al é absorvido predominantemente na forma do íon trivalente (Al^{3+}) (ou mais corretamente $Al(OH)_6^{3+}$). A maior parte do Al que penetra nas raízes fica retida nas paredes celulares (cerca de 99% do total) pelas cargas negativas de grupos carboxílicos livres de pectinas ou precipita na forma de fosfato de Al.

A reduzida mobilidade do íon alumínio nas plantas ocasiona maiores efeitos nas raízes, e também influenciam a absorção dos elementos essenciais, como fósforo, cálcio e magnésio, por exemplo. A acidez do solo torna o alumínio disponível para atuar nas raízes da maioria das culturas, já que o alto nível de acidez no solo acaba resultando na dissolução de argilominerais e óxidos de alumínio, resultando no surgimento da forma trocável, sendo a disponibilidade deste elemento, para algumas espécies, um fator que limita a produtividade da cultura, em solos ácidos.

O acúmulo de alumínio ocorre, principalmente, no sistema radicular das plantas, reduzindo então seu crescimento e desenvolvimento, causando um aumento no diâmetro das raízes e diminuição do número de raízes laterais. O sintoma mais expressivo do efeito prejudicial dos níveis tóxicos de alumínio é a diminuição no crescimento do sistema radicular de plantas sensíveis, o que impossibilita a planta de obter água e nutrientes em profundidade pelo seu enraizamento superficial.

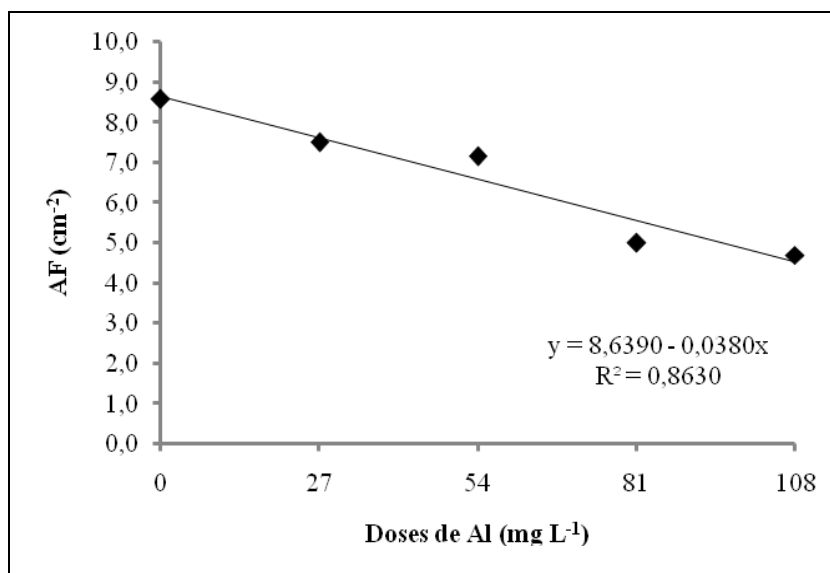
O número de folhas (NF) da sálvia apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, resultando na redução dos valores desta variável com o incremento das doses de alumínio na solução nutritiva (Figura 1). Assim, a dose de 108 mg L^{-1} de Al^{+3} apresentou 12 folhas, o que corresponde a uma redução de 91,6% no número de folhas quando comparada a dose zero de Al, que apresentou 23 folhas.

Figura 1: Número de folhas (NF) das plantas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



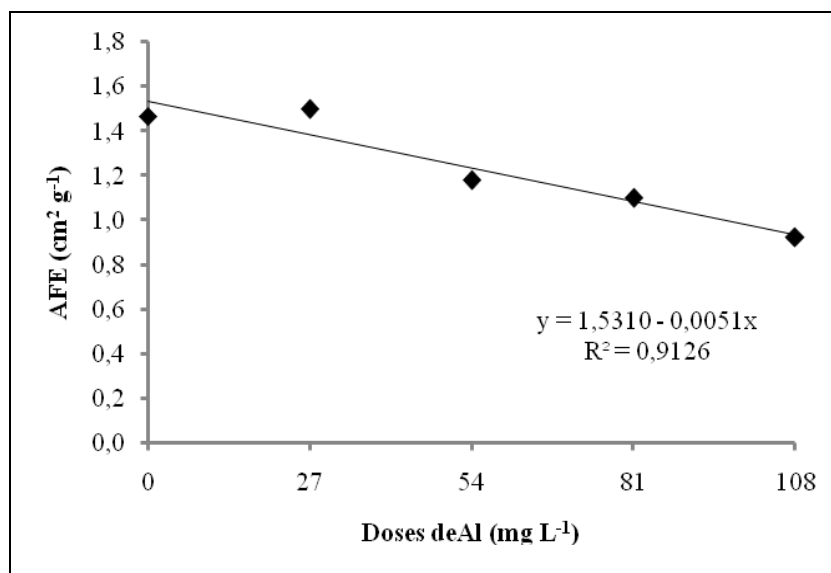
De acordo com a figura 2 a área foliar (AF) das plantas de sálvia apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, resultando na redução dos valores desta variável com o incremento das doses de alumínio na solução nutritiva. Assim, a dose de 108 mg L^{-1} de Al^{+3} apresentou AF de $4,7 \text{ cm}^2$, o que corresponde a uma redução de 82,6% na área foliar quando comparada a dose zero de Al, que foi de $8,6 \text{ cm}^2$.

Figura 2: Área foliar (AF) das plantas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



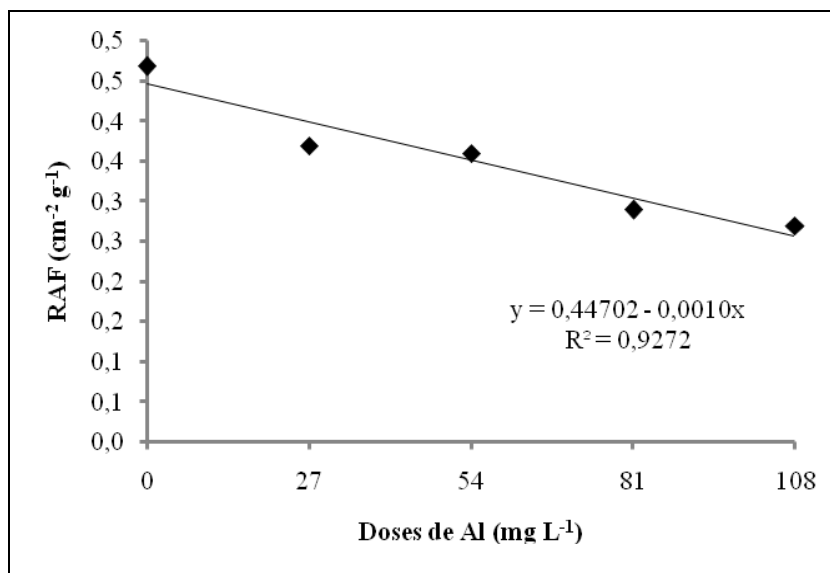
A figura 3 apresenta área foliar específica (AFE) da sálvia que apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, resultando na redução dos valores desta variável com o incremento da concentração de alumínio na solução nutritiva. A dose de 108 mg L⁻¹ de Al⁺³ apresentou AFE de 0,92 cm² g⁻¹, o que corresponde a uma redução na área foliar específica de 59,7% quando comparada a dose zero de Al, que apresentou 1,47 cm² g⁻¹.

Figura 3: Área foliar específica (AFE) das plantas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



A razão de área foliar (RAF) da sálvia que apresentou melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial linear decrescente, resultando na redução dos valores desta variável com o incremento da concentração de alumínio na solução nutritiva (Figura 4). A dose de 108 mg L⁻¹ de Al⁺³ apresentou razão de área foliar de 0,27 cm² g⁻¹, o que corresponde a uma redução de 59,7% nessa variável quando comparada a dose zero de Al, que foi de 0,47 cm² g⁻¹.

Figura 4: Razão de área foliar (RAF) das plantas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) submetidas a doses de alumínio na solução nutritiva.



CONCLUSÕES

A presença do alumínio na solução nutritiva afetou os parâmetros número de folhas, área foliar, área foliar específica e razão de área foliar das plantas de sálvia.

Os parâmetros altura da planta, diâmetro do caule, massa seca das folhas, hastes, parte aérea, raízes e total, a relação raiz/parte aérea e a razão de peso foliar não apresentaram diferença estatística em função dos tratamentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. agrotec.**[online]. 2011, vol.35, n.6, pp.1039-1042. ISSN 1413-7054.
- FURLANI, A. M. *Nutrição mineral*. In: KERBAY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: **California Agricultural Experimental Station**, 347p., 1950.
- GIANNAKOULA, A. et al. Aluminum tolerance in maize is correlated with increased levels of mineral nutrients, carbohydrates and proline, and decreased levels of lipid peroxidation and Al accumulation. **Jornal of Plant Physiology**, v.165, n.4, p.385-396, 2008.
- PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, p. 51-76, 2011.
- SILVA, F. B. da. Potencial antimicrobiano da *Salvia Officinalis* L. na Odontologia [manuscrito] / Francisco Benício da Silva. – 2013. 37 f.